

PUBLICATION NUMBER : 11036846
PUBLICATION DATE : 09-02-99

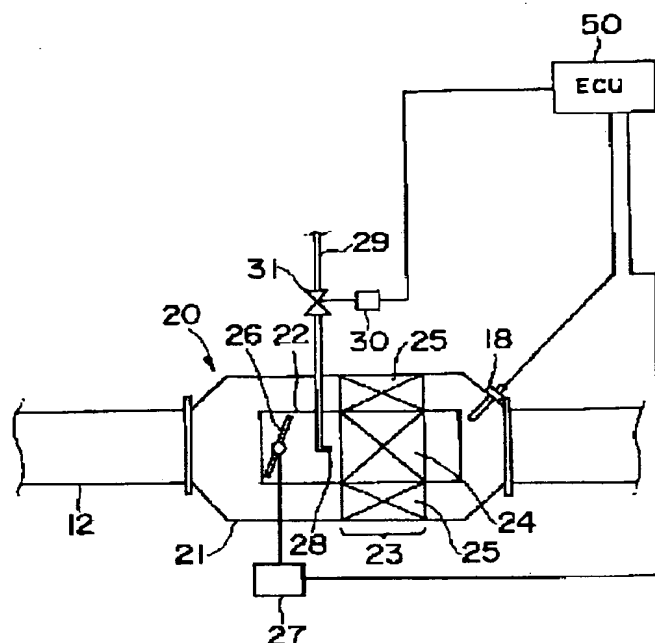
APPLICATION DATE : 16-07-97
APPLICATION NUMBER : 09191611

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : HIROTA SHINYA;

INT.CL. : F01N 3/08 F01N 3/20 F01N 3/24

TITLE : EXHAUST EMISSION CONTROL
SYSTEM OF INTERNAL COMBUSTION
ENGINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To regenerate the catalyst of the exhaust emission control system of an internal combustion engine efficiently.

SOLUTION: An inner tube 22 is set inside the casing of a catalyst converter 20, the inside of the inner tube 22 at a catalyst zone 23 is made as the first catalyst part 24, the space between the inner tube 22 and the casing 21 is made as the second catalyst part 25, and storage reduction type catalysts are housed to both catalyst 24 and 25. A switch valve 26 provided at the upstream of the first catalyst part 24 is opened normally, and it is closed only when the catalyst of the first catalyst part 24 is regenerated. When the catalyst of the first catalyst part 24 is regenerated, a reducer valve 31 is opened to inject a fuel as a reducer to the first catalyst part 24 from an injection nozzle 28.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-36846

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月9日

(51) Int. CL⁶

F 0 1 N 3/08

識別記号

3/20

3/24

P I

F 0 1 N 3/08

3/20

3/24

A

G

B

E

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平9-191611

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月16日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 広田 信也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

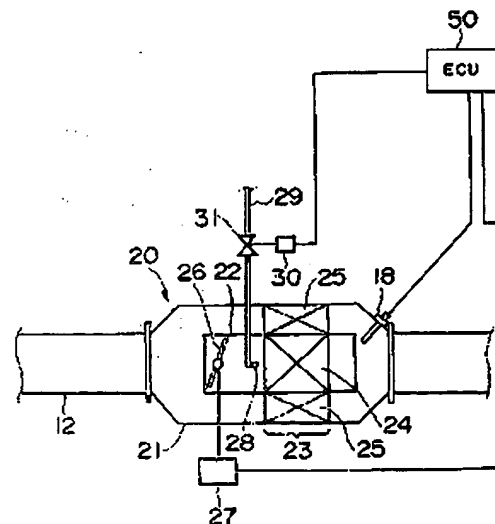
(74) 代理人 弁理士 遠山 勉 (外3名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の排気浄化装置の触媒の再生を効率的に行う。

【解決手段】 触媒コンバータ20のケーシング21の内部に内筒22を設置し、触媒ゾーン23における内筒22の内部を第1触媒部24とし、内筒22とケーシング21との間を第2触媒部25とし、両触媒部24、25に吸蔵還元型触媒を収容する。第1触媒部24の上流に設けた開閉バルブ26は通常は開いており、第1触媒部24の触媒を再生するときだけ閉ざす。第1触媒部24の触媒を再生するときには、還元剤バルブ31を開いて噴射ノズル28から還元剤としての燃料を第1触媒部24に向けて噴射する。



(2)

特開平11-36846

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 空燃比リーン状態で燃焼させる内燃機関から排出される排気ガスを、排気通路に設けられた触媒ゾーンに通し、触媒ゾーンに収容された酸化能を有する触媒により浄化する内燃機関の排気浄化装置において、前記触媒ゾーンが中央部の第1触媒部とその周囲に設けられた第2触媒部に区画され、第1触媒部の触媒は、流入排気ガスの空燃比がリーンの時に NO_x を吸収し流入排気ガスの酸素濃度が低下した時に吸収した NO_x を放出する吸蔵還元型触媒であり、第1触媒部への排気ガスの流入を許容あるいは阻止する開閉手段と、第1触媒部にのみ還元剤を添加する還元剤添加手段と、第1触媒部の吸蔵還元型触媒に吸収された NO_x を放出・還元するために前記開閉手段を閉ざし前記還元剤添加手段で還元剤を添加せしめる再生制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記第2触媒部の触媒は、酸素過剰の雰囲気下で炭化水素の存在下で NO_x を還元または分解する選択還元型触媒であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 内燃機関の運転状態が加速状態であるかを判定する加速判定手段を備え、前記加速判定手段により内燃機関が加速状態であると判定された時に前記開閉手段が開くように制御されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空燃比リーンの状態で燃焼させる内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】空燃比リーンの状態で燃焼させる内燃機関から排出される排気ガスの浄化には、流入排気ガスの空燃比がリーンの時に NO_x を吸収し流入排気ガスの酸素濃度が低下した時に吸収した NO_x を放出する吸蔵還元型触媒が非常に有効であり、この種の内燃機関では、吸蔵還元型触媒を収容した触媒コンバータを排気管の途中に設けたものがある。

【0003】吸蔵還元型触媒は、 NO_x 吸収能が飽和した場合、流入排気ガスの空燃比をリッチにして排気ガス中の酸素濃度を低下させ、これにより触媒から NO_x を放出させ、還元することによって再生する必要がある。

【0004】特開平6-257426号公報には、吸蔵還元型触媒が収容されている触媒部の一部を遮断して排気ガスの流通を阻止できるようにし、且つ、この遮断部の位置を可変にし、遮断部の触媒にのみ還元剤を供給してこの触媒から NO_x を放出・還元させて再生を行い、同時に遮断部以外の触媒には排気ガスを供給して該排気ガス中の NO_x を吸収するようにし、遮断部を周方向に順次変えていながら部分的に触媒の再生を行ってい

2

て、結果的に触媒部全体を再生できるようにした排気浄化装置が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、内燃機関の排気浄化装置では一般に、触媒が収容されている触媒部の断面積が触媒部より上流の排気管の断面積よりも大きいため、排気管から触媒部に流入した排気ガスの大半が触媒部の中央部に流れ、触媒部の周辺部を流れる排気ガスの量が少ないという傾向がある。また、触媒部における周辺部は放熱のため中央部よりも触媒温度が低くなり、 NO_x を吸収し放出・還元する NO_x 浄化率が中央部よりも周辺部の方が低くなる。

【0006】したがって、触媒部には均一に NO_x が吸収されるわけではなく、触媒部の中央部で NO_x が多く吸収され、周辺部では NO_x 吸収量が少なくなる。前記公報に記載の排気浄化装置においては、触媒部の中央部に吸収された NO_x を放出・還元するのに必要な量の還元剤を添加すると、触媒部の周辺部に対しては還元剤の供給過剰となり、その結果、還元剤が大気へ放出されるという欠点があり、燃料を還元剤として用いた場合には燃費が悪化するという不具合があった。

【0007】本発明はこのような従来の技術の問題点に鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課題は、触媒部の中央部にのみ還元剤を添加できるようにすることにより、触媒を効率的に再生可能にすることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。本発明は、空燃比リーン状態で燃焼させる内燃機関から排出される排気ガスを、排気通路に設けられた触媒ゾーンに通し、触媒ゾーンに収容された酸化能を有する触媒により浄化する内燃機関の排気浄化装置において、前記触媒ゾーンが中央部の第1触媒部とその周囲に設けられた第2触媒部に区画され、第1触媒部の触媒は、流入排気ガスの空燃比がリーンの時に NO_x を吸収し流入排気ガスの酸素濃度が低下した時に吸収した NO_x を放出する吸蔵還元型触媒であり、第1触媒部への排気ガスの流入を許容あるいは阻止する開閉手段と、第1触媒部にのみ還元剤を添加する還元剤添加手段と、第1触媒部の吸蔵還元型触媒に吸収された NO_x を放出・還元するために前記開閉手段を閉ざし前記還元剤添加手段で還元剤を添加せしめる再生制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置である。

【0009】排気ガスは触媒ゾーンの中央部に多く流れ、中央部に収容された第1触媒部の吸蔵還元型触媒が排気ガスに含まれる NO_x を吸収する。第1触媒部の吸蔵還元型触媒の NO_x 吸収能が飽和した時には、開閉手段を閉ざして第1触媒部への排気ガスの流入を阻止し、還元剤添加手段により第1触媒部にだけ還元剤を添加し

(3)

特開平11-36846

3

て、第1触媒部の吸蔵還元型触媒に吸収されているNOxを放出させ還元する。

【0010】第2触媒部は第1触媒部の触媒温度が低下するのを抑制し、第1触媒部のNOx浄化率を向上させる。本発明の内燃機関の排気浄化装置においては、第2触媒部の触媒として、吸蔵還元型触媒を採用することも、選択還元型触媒を採用することも可能である。ここで選択還元型触媒とは、酸素過剰の雰囲気中で炭化水素の存在下でNOxを還元または分解する触媒をいい、選択還元型触媒は比較的に低い触媒温度でNOx浄化率が高い。

【0011】触媒ゾーンにおいて周辺部に配置された第2触媒部は放熱のため触媒温度が比較的に低くなる。したがって、第2触媒部の触媒に選択還元型触媒を採用すると、触媒ゾーンの温度分布に応じた効率的なNOxの浄化を行うことができる。

【0012】また、本発明の内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の運転状態が加速状態であるか否かを判定する加速判定手段を備え、前記加速判定手段により内燃機関が加速状態であると判定された時に前記開閉手段が開くように制御するようにしてもよい。加速状態では多量のNOxが発生するが、この時に開閉手段を開状態にすれば第1触媒部の吸蔵還元型触媒によって排気ガス中のNOxの多くを吸収することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置の実施の形態を図1から図7の図面に基いて説明する。

【0014】【第1の実施の形態】初めに、第1の実施の形態における内燃機関の排気浄化装置について、図1から図5を参照して説明する。

【0015】図2はディーゼルエンジンの排気浄化装置を示しており、過給機2から供給された空気は吸気マニホールド3を介してディーゼル機関本体1の各気筒の燃焼室に導入される。燃料リザーバタンク4の燃料は吐出圧制御可能な燃料供給ポンプ5によって吸い上げられ、燃料供給管6を介して燃料蓄圧管7に供給される。燃料蓄圧管7はその内部に容積一定の蓄圧室8を有し、燃料供給ポンプ5から吐出された高圧の燃料はこの蓄圧室8内に蓄積される。この蓄圧室8内の燃料は燃料供給管19を介して各気筒の燃料噴射弁9に供給され、所定のタイミングで各気筒の燃焼室に噴射される。また、各燃料噴射弁9は燃料戻し導管10を介して燃料リザーバタンク4に連結されている。

【0016】機関本体1の各気筒から排出される排気ガスは排気マニホールド11、排気管（排気通路）12を順に通って排出される。排気管12の途中には触媒コンバータ20が設置されている。図1に示すように、触媒コンバータ20は、排気管12よりも大径の内径を有するケーシング21と、このケーシング21の中央にケー

4

シング21と同心上に配置された内筒22とを備えている。触媒コンバータ20は触媒ゾーン23を有し、触媒ゾーン23は内筒22によって、内筒22の内側の第1触媒部24と、ケーシング21と内筒22の間の第2触媒部25に区画されている。この実施の形態では、第1触媒部24と第2触媒部25にはいずれも吸蔵還元型触媒が収容されている。吸蔵還元型触媒については後で詳述する。

【0017】内筒22の内部であって第1触媒部24よりも上流側には、第1触媒部24への排気の流入を許容しあるいは阻止する開閉バルブ（開閉手段）26が設けられている。開閉バルブ26はバルブ駆動装置27によって開閉動作せしめられる。

【0018】さらに、内筒22の内部であって第1触媒部24と開閉バルブ26との間には、第1触媒部24に向かって還元剤としての燃料を噴射する噴射ノズル28が設置されている。この噴射ノズル28は還元剤配管29を介して蓄圧管7に接続されており、還元剤配管29の途中には、バルブ駆動装置30によって開閉動作せしめられる還元剤バルブ31が設けられている。噴射ノズル28と還元剤バルブ31はこの実施の形態において還元剤添加手段を構成する。

【0019】また、この排気浄化装置は電子制御ユニット（以下、ECUと略す）50を備えている。ECU50はデジタルコンピュータからなり、双方向バスによって相互に接続されたROM（リードオンメモリ）、RAM（ランダムアクセスメモリ）、CPU（セントラルプロセッサユニット）、入力ポート、出力ポートを具備し、エンジンの燃料噴射量制御等の基本制御を行うほか、この実施の形態では触媒の再生処理の制御を行っている。

【0020】燃料蓄圧管7の端部には、蓄圧室8内の燃料圧を検出しこの燃料圧に比例した出力電圧を発生する燃料圧センサ13が取り付けられ、吸気マニホールド3内には、吸気マニホールド3内の過給圧を検出しこの過給圧に比例した出力電圧を発生する過給圧センサ14が取り付けられ、機関本体1には、機関冷却水温を検出しこの水温に比例した出力電圧を発生する水温センサ15が取り付けられ、アクセルペダル16には、アクセル開度を検出しこのアクセル開度に比例した出力電圧を発生するアクセル開度センサ17が取り付けられ、触媒コンバータ20には、第1触媒部24よりも下流の排気ガス温度を検出しその温度に比例した出力電圧を発生する触媒出口温度センサ18が取り付けられている。これら燃料圧センサ13、過給圧センサ14、水温センサ15、アクセル開度センサ17、触媒出口温度センサ18はそれぞれの出力信号をECU50に出力する。そして、ECU50はアクセル開度センサ17の出力信号に基づいて機関負荷を演算する。

【0021】また、機関クランクシャフトには一対のデ

50

(4)

特開平11-36846

5

ディスク2, 33が取り付けられ、これらディスク2, 33の歯付外周面に対向して一對のクランク角センサ34, 35が配置されている。一方のクランク角センサ34は例えば1番気筒が吸気上死点にあることを示す出力パルスを生じ、したがってこのクランク角センサ34の出力パルスからいずれの気筒の燃料噴射弁9を作動せしめるかを決定することができる。他方のクランク角センサ35はクランクシャフトが一定角度回転する毎に出力パルスを生じ、したがってクランク角センサ35の出力パルスから機関回転速度を計算することができる。これらクランク角センサ34, 35の出力信号はECU50に入力される。

【0022】また、バルブ駆動装置27, 30はECU50からの指令信号によって駆動され、したがって開閉バルブ26及び還元剤バルブ31はECU50によって開閉制御される。

【0023】次に、第1触媒部24及び第2触媒部25に収容されている吸蔵還元型触媒について説明する。吸蔵還元型触媒は、例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。機関吸気通路及び吸蔵還元型触媒上流での排気通路内に供給された空気及び燃料（炭化水素）の比を吸蔵還元型触媒への流入排気ガスの空燃比と称すると、この吸蔵還元型触媒は、流入排気ガスの空燃比がリーンなときはNOxを吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNOxを放出する。

【0024】なお、吸蔵還元型触媒上流の排気通路内に燃料（炭化水素）あるいは空気が供給されない場合、流入排気ガスの空燃比は燃焼室内に供給される混合気空燃比に一致し、したがってこの場合には、吸蔵還元型触媒は燃焼室内に供給される混合気空燃比がリーンなときにはNOxを吸収し、燃焼室内に供給される混合気中の酸素濃度が低下すると吸収したNOxを放出・還元する。

【0025】吸蔵還元型触媒でのNOx吸収・還元は、図3に示したようなメカニズムで行われると考えられている。このメカニズムは、担体上に白金Pt及びバリウムBaを担持させた場合であるが、他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様のメカニズムとなる。

【0026】まず、排気ガスがかなりリーンになると排気ガス中の酸素濃度が大幅に増大するため、図3（A）に示すように酸素O₂がO₂⁻又はO⁺の形で白金Ptの表面に付着する。次に、排気ガスに含まれるNOは、白金Ptの表面上でO₂⁻又はO⁺と反応し、NO₂となる（2NO+O₂→2NO₂）。

6

【0027】その後、生成されたNO₂は、吸蔵還元型触媒のNOx吸収能力が飽和しない限り、白金Pt上で酸化されながら触媒内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合し、図3（A）に示されるように硝酸イオンNO₃⁻の形で吸蔵還元型触媒19内に拡散する。このようにしてNOxが触媒内に吸収される。

【0028】これに対し、排気ガス中の酸素濃度が低下した場合は、NO₂の生成量が低下し、前記反応とは逆の反応によって、触媒内の硝酸イオンNO₃⁻は、NO₂、またはNOの形で吸蔵還元型触媒から放出される。

【0029】つまり、NOxは、排気ガス中の酸素濃度が低下すると、吸蔵還元型触媒から放出されることになる。流入排気ガスのリーン度合いが低くなれば、流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、したがって、流入排気ガスのリーン度合いを低くすれば、たとえ流入排気ガスの空燃比がリーンであっても吸蔵還元型触媒からNOxが放出されることとなる。

【0030】一方、このとき、燃焼室内に供給する混合気がリッチにされて、排気ガスの空燃比がリッチになると、多量の未燃HC、COがエンジンから排出される。これら未燃HC、COは、白金Pt上の酸素O₂⁻又はO⁺とすぐに反応して酸化される。

【0031】また、流入排気ガスの空燃比がリッチになると、排気ガス中の酸素濃度は極度に低下するため、吸蔵還元型触媒は、NO₂、またはNOを放出する。このNO₂、またはNOは、図3（B）に示すように、未燃HC、COと反応して還元される。このようにして白金Pt上のNO₂、またはNOが存在しなくなると、吸蔵還元型触媒から次から次へとNO₂、またはNOが放出される。したがって、流入排気ガスの空燃比をリッチにすると短時間の内に吸蔵還元型触媒からNOxが放出される。白金Pt上のO₂⁻又はO⁺を消費しても未燃HC、COが残っていれば、吸蔵還元型触媒から放出されたNOxも、エンジンから排出されたNOxも、この未燃HC、COによって還元される。

【0032】したがって、流入排気ガスの空燃比をリッチにすれば短時間の内に吸蔵還元型触媒に吸収されているNOxが放出され、しかも、この放出されたNOxが還元されるために大気中にNOxが排出されるのを阻止することができる。

【0033】ところで、ディーゼルエンジンの場合は、ストイキ（理論空燃比、A/F=13~14）よりもはるかにリーン域で燃焼が行われるので、通常の機関運転状態では触媒コンバータ20に流入する排気ガスの空燃比は非常にリーンであり、排気ガス中のNOxは吸蔵還元型触媒に吸収され、触媒から放出されるNOx量は極めて少ない。

【0034】また、ガソリンエンジンの場合には、前述したように燃焼室内に供給する混合気をリッチにすることにより排気ガスの空燃比をリッチにし、排気ガス中の酸

(5)

特開平11-36846

7

素濃度を低下させて、吸蔵還元型触媒に吸収されているNOxを放出させ再生することができるが、ディーゼルエンジンの場合には、燃焼室に供給する混合気をリッチにすると燃焼の際に煤が発生するなどの問題があり採用することはできない。したがって、ディーゼルエンジンでは燃焼用の混合気とは別に還元剤としての燃料を直接、吸蔵還元型触媒に供給する必要がある。

【0035】ところで、一般に触媒コンバータの外径は排気管の外径よりも大きいことから、排気管から触媒コンバータに流入した排気ガスは、その大半が触媒コンバータの中央部を流れ、周辺部の流量が少なくなる傾向がある。この実施の形態の触媒コンバータ20においても同様であり、排気ガスはその大半が内筒22を流れ、ケーシング21と内筒22との間を流れる流量は少なくなる。

【0036】そこで、この実施の形態では、通常は開閉バルブ26を開状態に保持し、触媒コンバータ20内での排気ガスの流れを自然に任せるようにして、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒のNOx吸収能が飽和した時点で開閉バルブ26を閉じて第1触媒部24への排気ガスの流入を阻止し排気ガスのほぼ全量を強制的に第2触媒部25に流すようにするとともに、噴射ノズル28から燃料を噴射させることによって第1触媒部24の吸蔵還元型触媒からNOxを放出して再生するようにした。

【0037】尚、第2触媒部25の吸蔵還元型触媒については再生を行わないこととした。これにより、第2触媒部25の吸蔵還元型触媒はNOx吸収能が飽和した後はNOxの吸収を行わなくなり、NOxはもっぱら第1触媒部24の吸蔵還元型触媒によって吸収・還元されることになる。そして、第2触媒部25の吸蔵還元型触媒は酸化触媒として機能することとなる。

【0038】このようにNOx吸収・還元を第1触媒部24においてだけで行うようにしても、NOx浄化という点で問題となることはない。例えば、内筒22の断面積をケーシング21の断面積の約50パーセントに設定した場合には、流入排気ガスの70～80%が内筒22に流れ、この第1触媒部24でのNOx浄化率が70～80%程度であっても、トータルで50～65%のNOx浄化能が得られる。

【0039】次に、図4を参照して第1触媒部24の吸蔵還元型触媒に対する再生処理を説明する。図4の制御ルーチンは、ECU50のROMに格納されCPUに呼び出されて演算が実行され、一定時間毎に割り込まれる。

【0040】この再生処理を行うには、まず第1触媒部24の吸蔵還元型触媒のNOx吸収能が飽和したか否かを判断する必要があるが、吸蔵還元型触媒に吸収されている総NOx量を直接検出することは困難である。そこで、ここでは機関から排出された排気ガス中のNOx排出量を推定し、その排出NOx量から吸蔵還元型触媒に

8

吸収されたNOx吸収量を推定するようにしている。

【0041】すなわち、機関回転速度Nが高くなるほど機関から単位時間あたりに排出される排気ガス量が増大するので、機関回転速度Nが高くなるにしたがって機関から排出されるNOx量は増大する。また、機関負荷が高くなるほど燃焼温度が高くなるので、機関負荷が高くなるほど機関から単位時間あたりに排出されるNOx量が増大する。

【0042】図5(A)は実験により求められた単位時間あたりに機関から排出されるNOx量と、機関負荷Lと、機関回転速度Nとの関係を示しており、各曲線は同一NOx量を示している。この図に示されるように、単位時間あたりに機関から排出されるNOx量は、機関負荷が大きくなるほど多くなり、また、機関回転速度Nが高くなるほど多くなる。機関負荷Lはアクセル開度センサ17の出力信号に基づいて演算されるので、図5(A)に基いて、機関回転速度Nとアクセル開度 α とNOx量との関係を図5(B)に示すようにマップ化して、予めECU50のROMに記憶しておく。このようにすれば、図5(B)のマップからNOx排出量を推定できる。

【0043】そこで、クランク角センサ35の出力パルスに基づいて求めた機関回転速度Nと、アクセル開度センサ17により検出されたアクセル開度 α に基いて図5(B)に示すマップから単位時間あたりの機関排出NOx量 N_{it} を読みとる(ステップ100)。

【0044】ステップ100で求めた機関排出NOx量 N_{it} は、第1触媒部24と第2触媒部25の両方に流れる総量であり、第1触媒部24に流れてが流れ込むわけではない。第1触媒部24と第2触媒部25を流れる排気ガスの比率は触媒コンバータ20に固有の定数であり、予め実験によって求められるので、その定数をステップ100で求めた機関排出NOx量 N_{it} に乗じて第1触媒部24に流入する単位時間当たりのNOx量を求め、これに基いて、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒に吸収されたNOx量を演算する(ステップ110)。

【0045】このNOx量の積算値Sが飽和判定値 S_0 を越えたか否かを判定する(ステップ120)。飽和判定値 S_0 は第1触媒部24の吸蔵還元型触媒のNOx吸収能が飽和するまでに吸収可能なNOx量であり、予め実験により求めておいたものがECU50のROMに記憶されている。

【0046】ステップ120でYESと判定された場合にはステップ130に進み、再生可能な運転領域か否かを判定する。ここで、再生可能な運転領域とは、触媒出口ガス温度が所定温度以上(例えば、250℃以上)で、かつ機関回転速度Nが所定回転速度以下(例えば、3000rpm以下)の条件を満たすことである。尚、触媒出口ガス温度は触媒出口温度センサ18により検出される。

(5)

特開平11-36846

9

【0047】ステップ130でYESと判定されると、ECU50がバルブ駆動装置27を駆動して開閉バルブ26を閉じ、バルブ駆動装置30を駆動して還元剤バルブ31を開いて（ステップ140）、蓄圧室8内の燃料を第1触媒部24に噴射し、タイマを始動する（ステップ150）。

【0048】すると、第1触媒部24だけが還元雰囲気になり、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒に吸収されていたNOxが放出され、N₂に還元される。即ち、第1触媒部24内の吸蔵還元型触媒のみが再生されることになる。このようにNOxの吸収量の多い第1触媒部24内の吸蔵還元型触媒のみを再生するようにしているの

で、還元剤の必要量も少なく済むとともに、再生を非常に効率的に行うことができる。

【0049】そして、時間 Δt_1 経過後にタイマ値Tに Δt_1 を加算し（ステップ160）、加算後のタイマ値（T+ Δt_1 ）が所定の判定値T₁を越えたか否かを判定する（ステップ170）。ステップ170でNOと判定された場合にはステップ160に戻り、ステップ170でYESと判定されるまで繰り返す。判定値T₁は、第1触媒部24内の吸蔵還元型触媒に吸収されたNOxを総て放出・還元するのに必要な時間であり、予め実験により求めておいたものがECU50のROMに記憶されている。

【0050】開閉バルブ26が閉じられている間は、触媒コンバータ20に流入した排気ガスはケーシング21と内筒22との間を流れて第2触媒部25を流れることとなる。第2触媒部25の吸蔵還元型触媒は排気ガスに含まれる未燃HC、COを酸化する際に発熱するので、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒を再生している間、第1触媒部24は比較的に高温に保持される。したがって、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒のNOxの放出・還元が比較的に容易に行われるようになる。

【0051】また、開閉バルブ26が閉じられている間は、第2触媒部25を流れる排気ガスの流速が大きくなるので、第2触媒部25内に堆積していた煤やSOF（Soluble Organic Fraction）などの堆積物が除去される。

【0052】尚、第2触媒部25の断面積を第1触媒部24の断面積と略同じ（即ち、全体の50%程度）にしておけば、開閉バルブ26が閉じられても排気管12の背圧が大きく上昇することはない。

【0053】ステップ170でYESと判定されると、バルブ駆動装置27が駆動して開閉バルブ26を開き第1触媒部24への排気ガスの流通を可能にするとともに、バルブ駆動装置30が駆動して還元剤バルブ31を閉じ（ステップ180）、第1触媒部24への燃料噴射が停止されて、再生処理を終了する。尚、ステップ120及びステップ130でNOと判定された場合にはリターンに進む。

10

【0054】尚、この実施の形態においては、バルブ駆動装置27、31と、ECU50による一連の信号処理のうちステップ140を実行する部分により再生制御手段が構成されている。

【0055】（第2の実施の形態）次に、第2の実施の形態における内燃機関の排気浄化装置について、図6及び図7の図面を参照して説明する。

【0056】第2の実施の形態もディーゼルエンジンの排気浄化装置の態様であり、装置の構成については第1の実施の形態のものとはほぼ同様であり、図1及び図2を援用して説明する。

【0057】第1の実施の形態では、触媒コンバータ20の第1触媒部24と第2触媒部25にはいずれも吸蔵還元型触媒が収容されていたが、この第2の実施の形態では、第1触媒部24には吸蔵還元型触媒が収容されているが、第2触媒部25には選択還元型触媒が収容されている。装置構成上の相違点はこの点だけである。

【0058】選択還元型触媒とは、空燃比リーンの排気（ストイキの排気が中性でそれより酸素過剰の雰囲気）中で、炭化水素（HC）の存在下でNOxを還元または分解する触媒として定義される。このような選択還元型触媒には、ゼオライトにCu等の遷移金属をイオン交換して担持した触媒、ゼオライトまたはアルミナに貴金属を担持した触媒、等が含まれる。

【0059】また、第1の実施の形態と第2の実施の形態では排気浄化装置の運転方法が異なり、そのため制御方法が異なる。以下、第2の実施の形態の排気浄化装置の運転方法、及び制御方法について説明する。

【0060】第2の実施の形態の排気浄化装置では、車両が加速状態のときには開閉バルブ26を開いて触媒コンバータ20内での排気ガスの流れを自然に任せるようにし、非加速状態のときには開閉バルブ26を閉ざして排気ガスを第1触媒部24に流さないようにして第2触媒部25にのみ流すようにしている。このようにする理由は次のとおりである。

【0061】車両用内燃機関においては、車両の加速走行時に多量のNOxが発生し、非加速時のNOx発生量は加速時よりも少ない。また、第1の実施の形態において説明したように、開閉バルブ26が開いている場合には、排気管12から触媒コンバータ20に流入した排気ガスはその大半が内筒22内を流れ、ケーシング21と内筒22との間を流れる流量は少ない。

【0062】そこで、NOx排出量の多い加速時には開閉バルブ26を開いて排気ガスの多くを第1触媒部24を流すようにし、吸蔵還元型触媒によってNOxを吸収するようにする。そして、NOx排出量の少ない非加速時には開閉バルブ26を閉じて排気ガスの全量を第2触媒部25に通し、選択還元型触媒によってNOxを還元するようにする。

【0063】尚、選択還元型触媒がNOxを還元するた

(7)

待開平11-36846

11

めには還元剤としてのH₂Cが必要であるので、開閉バルブ26を閉じた時には排気ガスに還元剤としての燃料を噴射する。一方、開閉バルブ26を開いてもっぱら吸蔵還元型触媒によってNO_xを吸収する時には、排気ガスの空燃比をリーンにする必要があるため排気ガスに燃料を噴射しない。

【0064】そして、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒のNO_x吸収能が飽和したときには、開閉バルブ26を閉じ、還元剤バルブ31を開いて第1触媒部24に燃料を噴射し、吸蔵還元型触媒の再生を行う。

【0065】次に、図6を参照して具体的な制御方法について説明する。図6の制御ルーチンは、ECU50のROMに格納されCPUに呼び出されて演算が実行され、一定時間毎に割り込まれる。

【0066】まず、現在の車両の走行状態が加速状態か非加速状態かの判定を行う。そのために、アクセル開度センサ17により現在のアクセル開度 α_1 を検出し、ECU50のROMに書き込み(ステップ210)、所定時間 Δt が経過したか否かを判定して(ステップ220)、YESであれば Δt 、時間経過後のアクセル開度 α_i を検出してROMに書き込み(ステップ230)、アクセル開度の変化量($\alpha_i - \alpha_{i-1}$)を演算して判定値 α 、より大きいかなかを判定する(ステップ240)、判定値 α は予めECU50のROMに記憶されている。

【0067】ステップ240でYESと判定された場合には車両が加速状態であるのでステップ250に進み、ECU50がバルブ駆動装置27を駆動して開閉バルブ26を開く。これにより触媒コンバータ20に流入した排気ガスは、その大半が内筒22内を通過して第1触媒部24に流れ、残りがケーシング21と内筒22との間を通過して第2触媒部25に流れる。第1触媒部24を通過する排気ガスに含まれるNO_xは吸蔵還元型触媒に吸収され、第2触媒部25を通過する排気ガスに含まれるNO_xはこの排気に含まれるH₂Cを還元剤として還元される。

【0068】例えば、内筒22の断面積をケーシング21の断面積の約50パーセントに設定した場合には、流入排気ガスの70〜80%が内筒22に流れ、30〜20%がケーシング21と内筒22の間を流れ、第1触媒部24でのNO_x浄化率が70〜80%程度であっても第1触媒部24では50〜65%のNO_x浄化能が得られ、第2触媒部25でのNO_x浄化率が20%程度であっても第2触媒部では6〜4%のNO_x浄化能が得られる。

【0069】そして、ステップ260で瞬間排出NO_x量N_{ii}を読み取り、ステップ270で第1触媒部24の吸蔵還元型触媒に吸収された吸収NO_x量を演算し、リターンに進む。尚、ステップ260とステップ270はそれぞれ第1の実施の形態におけるステップ100、

12

ステップ110と同じであるので、その内容説明は省略する。

【0070】一方、ステップ240でNOと判定された場合には車両が非加速状態であるのでステップ280に進み、ECU50がバルブ駆動装置27を駆動して開閉バルブ26を閉じる。これにより触媒コンバータ20に流入した排気ガスは内筒22内を通過できなくなり、排気ガスはその全量がケーシング21と内筒22との間を通過して第2触媒部25に流れる。

【0071】前述したように第2触媒部25の選択還元型触媒によりNO_xを還元するには排気ガス中に還元剤としてのH₂Cを添加する必要があるが、ここで添加するH₂Cの分子サイズは比較的に小さい(Cの数が8以下)方がNO_x浄化率が高い。ディーゼル燃料はそれよりCの多い大きい分子サイズのH₂Cを多量に含むので、そのままの形で選択還元型触媒のすぐ上流に供給するよりも、膨張、排気行程にある気筒の筒内に噴射し(以下、これを副噴射と称す)、高温排気ガスによって熱分解して小さな分子のH₂Cとして選択還元型触媒に供給する方が浄化率が高くなる。そこで、この実施の形態ではステップ280の後、ステップ290で副噴射を行って排気ガスにH₂Cを添加することとした。副噴射によって選択還元型触媒に供給されたH₂Cは、一部が部分酸化して活性種を生成し、この活性種がNO_xと反応してNO_xを還元し、N₂、H₂O、O₂、CO₂を生成する。尚、副噴射制御については後で詳述する。

【0072】第2触媒部25はケーシング21近傍に位置しているため外部への放熱により比較的に低い温度に保たれる。選択還元型触媒は比較的に低い触媒温度でNO_x浄化率が高いので、第2触媒部25を比較的に低温に保持することは、第2触媒部25におけるNO_x浄化率を向上させる効果がある。

【0073】また、非加速時には、排気ガスの排出量が少なくなるため第2触媒部25の空間速度SVが減少し、空間速度SVの減少はH₂Cの自己酸化(HC+O₂→H₂O+CO₂)を促進しようとする。しかしながら、前記触媒温度の低温保持による効果がH₂Cの自己酸化を抑制するので、第2触媒部25におけるNO_xの還元(NO_x+HC→H₂+CO₂+H₂O)を促進する。

【0074】ステップ290で副噴射を実行すると同時に、ステップ270で演算した吸収NO_x量の積算値が飽和判定値S₀を越えたか否かを判定し(ステップ300)、ステップ300でYESと判定された場合には再生可能な運転領域か否かを判定し(ステップ310)、ステップ310でYESと判定された場合には、ECU50がバルブ駆動装置30を駆動して還元剤バルブ31を開いて(ステップ320)、蓄圧室8内の燃料を第1触媒部24に噴射し、タイマを始動する(ステップ330)。

(3)

待開平11-36846

13

【0075】すると、第1触媒部24だけが還元雰囲気になり、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒に吸収されていた NO_x が放出され、 N_2 に還元される。即ち、第1触媒部24の吸蔵還元型触媒が再生されることになる。

【0076】そして、時間 Δt_1 経過後にタイマ値Tに Δt_1 を加算し(ステップ340)、加算後のタイマ値($T + \Delta t_1$)が所定の判定値Tを越えたか否かを判定し(ステップ350)。ステップ350でYESと判定されると、バルブ駆動装置30が駆動して還元剤バルブ31を閉じ(ステップ360)、第1触媒部24への燃料噴射が停止されて、再生処理を終了する。

【0077】尚、ステップ300、ステップ310、ステップ330、ステップ340、ステップ350はそれぞれ、第1の実施の形態におけるステップ120、ステップ130、ステップ150、ステップ160、ステップ170と同じであるので、その内容説明は省略する。また、ステップ300及びステップ310でNOと判定された場合にはリターンに進む。

【0078】吸蔵還元型触媒の再生は温度が高い方が有利であるが、この実施の形態では吸蔵還元型触媒の再生は、吸蔵還元型触媒の温度が比較的に高く保持されている加速直後に行われるようになるので、 NO_x の放出・還元が早く行われるようになる。また、第2触媒部25が第1触媒部24に対する保温材として機能するので、第1触媒部24の温度低下を抑制し、これも吸蔵還元型触媒の再生を有利にする。

【0079】また、開閉バルブ26が閉じられている間は、第2触媒部25を流れる排気ガスの流速が大きくなるので、第2触媒部25内に堆積していた煤やSOF(Soluble Organic Fraction)などの堆積物が除去される。

【0080】尚、第2触媒部25の断面積を第1触媒部24の断面積と略同じ(即ち、全体の50%程度)にしておけば、開閉バルブ26が閉じられても排気管12の背圧が大きく上昇することはない。

【0081】尚、この実施の形態においては、バルブ駆動装置27、31と、ECU50による一連の信号処理のうちステップ280及びステップ320を実行する部分により再生制御手段が構成されており、アクセル開度センサ210とステップ240を実行する部分により加速判定手段が構成されている。

【0082】次に、前述した副噴射制御について簡単に説明する。副噴射において、膨張、排気行程にある気筒の筒内に燃料を噴射する場合、噴射量が少な過ぎれば排気ガス中のHC量が不足し、選択還元型触媒での NO_x の還元が十分でなくなり、噴射量が多過ぎればHCが NO_x の還元消費されるよりも多くなって余分のHCは排出され、HCエミッションの悪化、燃費の低下を生じる。また、機関運転状態(機関回転速度N、機関負荷L)に応じて生成 NO_x 量に変化し、その NO_x を還元

14

するための要求HC量も変化する。機関運転状態に応じて最適量の副噴射を実行しなければならない。これを制御するのが図7の制御ルーチンである。

【0083】図7の制御ルーチンは、ECU50のROMに格納されCPUに呼び出されて演算が実行され、一定時間毎に割り込まれる。まず、ステップ291で、クランク角センサ35の出力信号から演算される機関回転速度N、アクセル開度センサ17の出力信号から演算される機関負荷Lを読み込む。

【0084】次に、ステップ292に進み、副噴射を行う気筒番号を決定する。即ち、クランク角センサ34の出力パルスから、例えば1番気筒が上死点にきたときを知り、クランク角センサ35の出力信号から、例えば1番気筒が上死点位置から何度回転した位置にあるかを知ることにより、現在のクランク角を演算することができ、1番気筒の行程がわかれば他の気筒の行程もわかり、どの気筒が膨張、排気行程にあるか、したがって副噴射を実行すべき気筒番号(膨張、排気のいずれかの行程にある気筒の番号)を決定することができる。

【0085】次に、ステップ293に進み、必要副噴射量Qを決定する。即ち、現在の機関回転速度Nと機関負荷Lから機関運転状態がほぼ定まり、その状態での NO_x 生成量が決まるとともにそれを浄化するためのHC量またはHC濃度も決まる。これが目標HC濃度 HC_1 であり、目標HC濃度 HC_1 が決まればその目標HC濃度 HC_1 を得るための必要副噴射量Qも決まる。そこで、機関回転速度Nと機関負荷Lと必要副噴射量Qとの関係を実験により求めておき、これをマップにして予めECU50のROMに格納しておく。ステップ293では、現在の機関回転速度Nと機関負荷Lから前記マップを参照して必要副噴射量Qを決定するのである。尚、機関回転速度Nが大なるほど、そして機関負荷Lが大なるほど、必要副噴射量Qも大きくなる。次に、ステップ294に進み、副噴射の燃料圧力Pと噴射期間 T_m を決定する。即ち、副噴射量Qは燃料噴射弁9の噴射期間 T_m と燃料圧力Pによって決まるので、まず、機関回転速度Nと機関負荷Lからその機関運転状態に応じた燃料圧力Pを決定し、次に、この燃料圧力Pと必要副噴射量Qから噴射期間 T_m を決定する。尚、機関回転速度Nと機関負荷Lと燃料圧力Pとの関係は予めマップにしてECU50のROMに格納されており、燃料圧力Pと必要副噴射量Qと噴射期間 T_m との関係は予めマップにしてECU50のROMに格納されていて、燃料圧力Pと噴射期間 T_m を決定する際にこれらマップが参照される。

【0086】次に、ステップ295に進み、ステップ294で演算した噴射期間 T_m に基づいて、副噴射開始時期 t を決定する。即ち、副噴射で噴射される燃料は、その全量が機関の膨張、排気行程で筒内に噴射されなければならない。しかも、排気行程の終了近傍の吸気弁と排気弁の両方が開くオーバーラップ開時期よりも前に副噴射

(9)

特開平11-36846

15

が終了しなければならない。副噴射の終了時期が吸排気弁開弁オーバーラップ時期にかからないようにするという条件で決まると、それよりT₁だけ早めた時期が副噴射開始時期τ₁となる。

【0087】このようにして求めた副噴射量Q₂、噴射期間T₂、噴射開始時期τ₁にしたがって副噴射が実行される。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、触媒ゾーンが中央部の第1触媒部とその周囲に設けられた第2触媒部に区画され、第1触媒部の触媒は、流入排気ガスの空燃比がリーンの時にNO_xを吸収し流入排気ガスの酸素濃度が低下した時に吸収したNO_xを放出する吸蔵還元型触媒であり、第1触媒部への排気ガスの流入を許容あるいは阻止する開閉手段と、第1触媒部にのみ還元剤を添加する還元剤添加手段と、第1触媒部の吸蔵還元型触媒に吸収されたNO_xを放出・還元するために前記開閉手段を開とし前記還元剤添加手段で還元剤を添加せしめる再生制御手段とを備えたことにより、触媒ゾーンの中央部に位置しNO_xを多く吸収している第1触媒部の触媒だけを再生することができ、少量の還元剤で効率的にNO_xの放出・還元を行うことができるという優れた効果が奏される。

【0089】また、第2触媒部が第1触媒部の触媒温度の低下を抑制するので、第1触媒部の触媒のNO_x浄化率を向上させるという効果もある。また、第2触媒部の触媒を、酸素過剰の雰囲気中で炭化水素の存在下でNO_xを還元または分解する選択還元型触媒とした場合には、触媒ゾーンの温度分布に応じた効率的なNO_xの浄化を行うことができるという優れた効果が奏される。

20

*【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の内燃機関の排気浄化装置の実施の形態における触媒コンバータの断面図である。

【図2】 本発明の内燃機関の排気浄化装置の実施の形態における全体構成図である。

【図3】 吸蔵還元型触媒のNO_x吸収とNO_x放出・還元の原理説明図である。

【図4】 本発明の内燃機関の排気浄化装置の第1の実施の形態における再生処理制御手順を示すフローダイアグラムである。

【図5】 内燃機関から排出されるNO_x量と機関回転速度と機関負荷（アクセル開度）との関係を示す図である。

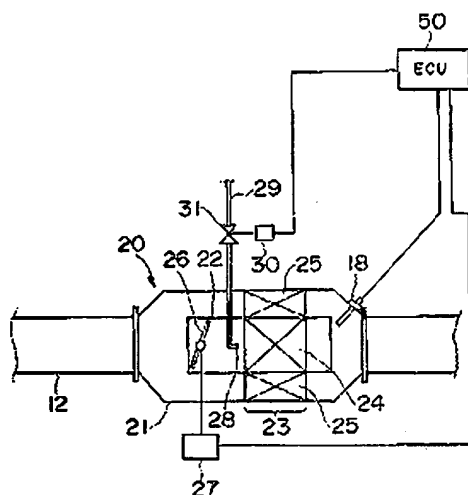
【図6】 本発明の内燃機関の排気浄化装置の第2の実施の形態における排気浄化制御手順を示すフローダイアグラムである。

【図7】 本発明の内燃機関の排気浄化装置の第2の実施の形態における副噴射制御手順を示すフローダイアグラムである。

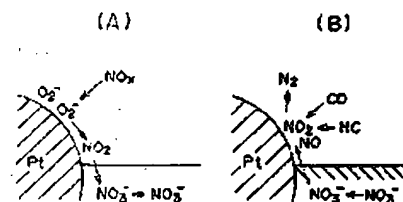
【符号の説明】

- 1 ディーゼル機関本体（内燃機関）
- 12 排気管（排気通路）
- 17 アクセル開度センサ（加速判定手段）
- 23 触媒ゾーン
- 24 第1触媒部
- 25 第2触媒部
- 26 開閉バルブ（開閉手段）
- 27 バルブ駆動装置（再生制御手段）
- 28 噴射ノズル（還元剤添加手段）
- 31 バルブ駆動装置（再生制御手段）

【図1】



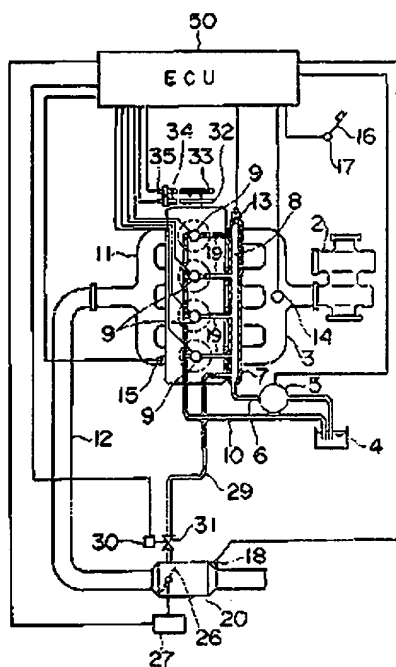
【図3】



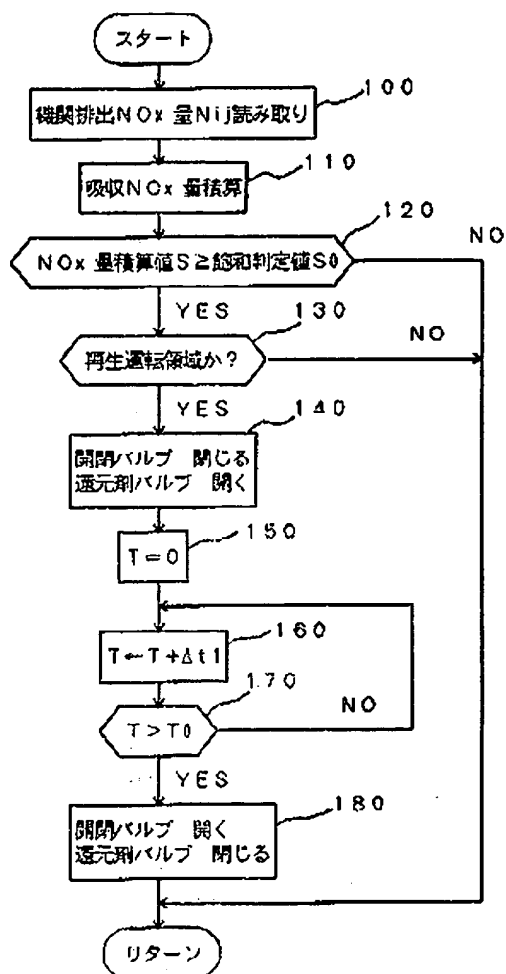
(10)

特開平11-36846

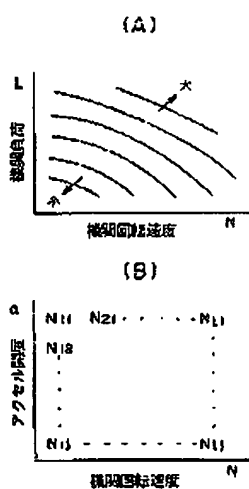
【図2】



【図4】



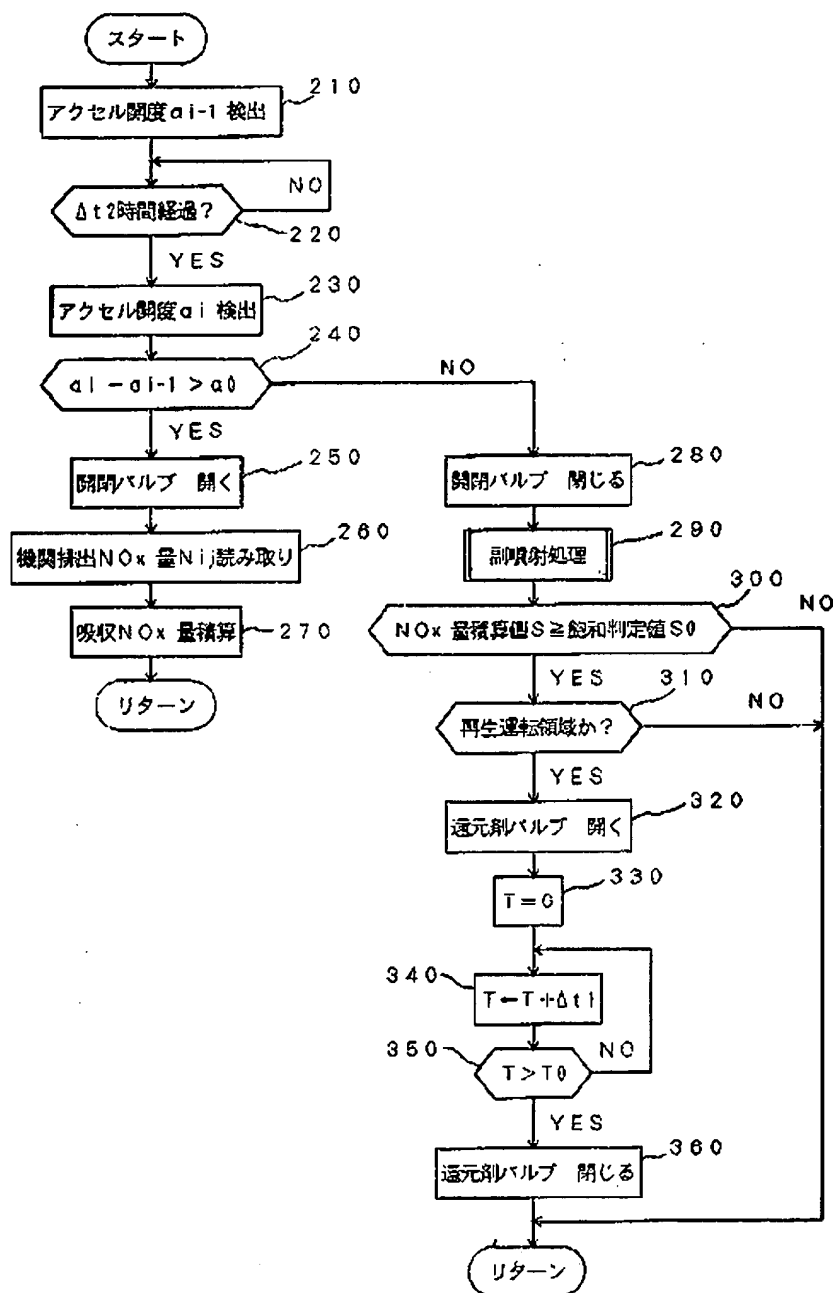
【図5】



(11)

特開平11-36846

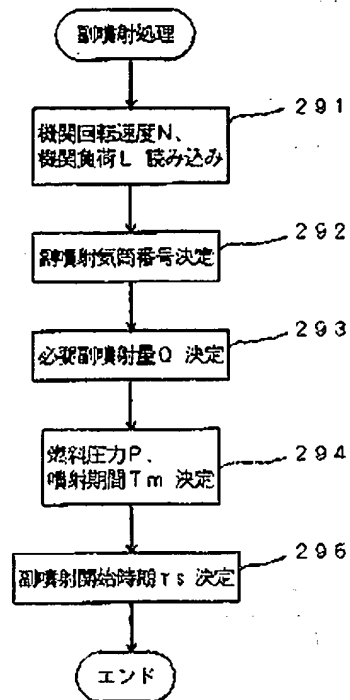
【図6】



(12)

特開平 11-36846

【図 7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.